

## VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Publication number: JP2002227668

Publication date: 2002-08-14

Inventor: TAKAHASHI TATSUHIKO; FUJIWARA MORIO; WADA KOJI

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- International: F01L1/34; F01L1/344; F01L13/00; F02D9/02; F02D11/10; F02D13/02; F02D41/06; F02D43/00; F02D45/00; F02P5/15; F01L1/34; F01L1/344; F01L13/00; F02D9/02; F02D11/10; F02D13/02; F02D41/06; F02D43/00; F02D45/00; F02P5/15; (IPC1-7): F02D13/02; F01L1/34; F01L13/00; F02D9/02; F02D11/10; F02D41/06; F02D43/00; F02D45/00; F02P5/15

- European: F02D13/02A4P; F01L1/34; F01L1/344E

Application number: JP20010024265 20010131

Priority number(s): JP20010024265 20010131

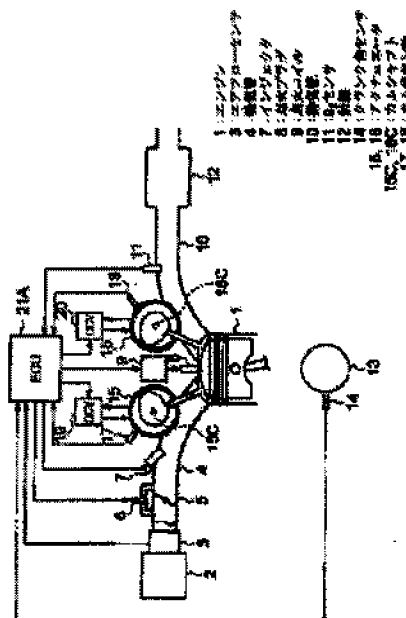
Also published as:

US6520131 (B2)  
US2002100442 (A1)  
KR20020064134 (A)  
DE10145180 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP2002227668

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a valve timing control device for an internal combustion engine in which the early activation of a catalyst is achieved at cold starting of the engine and the precision of control is improved by learning the reference position of a cam angle. **SOLUTION:** This valve timing control device is provided with the actuators 15 and 16 connected with camshafts 15C and 16C, the oil pressure supply units 19 and 20 for driving the actuators, and a control means 21A for controlling the oil pressure supplied to the actuators according to the operation condition to change the relative phase of the camshaft to the crankshaft. The device controls the valve timing to a most advance or most delay angle position at cold idling of the engine to learn the reference position.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-227668

(P2002-227668A)

(43) 公開日 平成14年8月14日 (2002.8.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-グ-ト* (参考)
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	H 3 G 0 1 8
			J 3 G 0 2 2
F 0 1 L 1/34		F 0 1 L 1/34	E 3 G 0 6 6
13/00	3 0 1	13/00	3 0 1 Y 3 G 0 8 4
F 0 2 D 9/02	3 5 1	F 0 2 D 9/02	3 5 1 M 3 G 0 9 2
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 19 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-24265(P2001-24265)

(22) 出願日 平成13年1月31日 (2001.1.31)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 高橋 建彦

兵庫県神戸市兵庫区浜山通6丁目1番2号

三菱電機コントロールソフトウェア株式会社内

(72) 発明者 藤原 守雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74) 代理人 10005/874

弁理士 曾我 道照 (外4名)

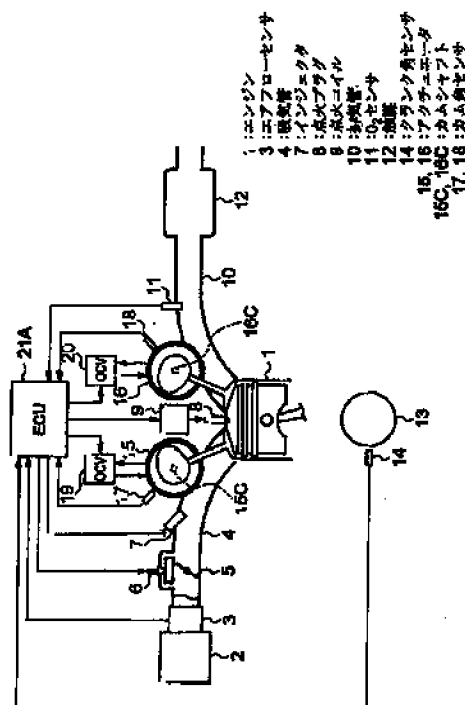
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング制御装置

## (57) 【要約】

【課題】 冷機始動時に触媒早期活性化を実現するとともにカム角の基準位置を学習して、制御精度を向上させた内燃機関のバルブタイミング制御装置を得る。

【解決手段】 カムシャフト15C、16Cに結合されたアクチュエータ15、16と、アクチュエータを駆動する油圧供給装置19、20と、運転状態に応じてアクチュエータへの供給油圧を制御してクランクシャフトに対するカムシャフトの相対位相を変更する制御手段21Aとを備え、冷機アイドル時にバルブタイミングを最進角位置または最遅角位置に制御して基準位置を学習する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、  
 前記内燃機関のクランクシャフトの回転に同期して前記内燃機関の吸気用および排気用の各バルブを駆動する吸気用および排気用のカムシャフトと、  
 前記吸気用および排気用のカムシャフトの少なくとも一方に結合されたアクチュエータと、  
 前記アクチュエータを駆動するための油圧を供給する油圧供給装置と、  
 前記内燃機関の運転状態に応じて前記油圧供給装置から前記アクチュエータへの供給油圧を制御し、前記クランクシャフトに対する前記カムシャフトの相対位相を変更する制御手段と、  
 前記クランクシャフトの回転位置を検出するクランク角センサと、  
 前記カムシャフトの回転位置を検出するカム角センサとを備え、  
 前記アクチュエータは、  
 前記相対位相の変更範囲を設定するための遅角油圧室および進角油圧室と、  
 前記相対位相を前記変更範囲内のロック位置に設定するためのロック機構と、  
 前記油圧供給装置から供給される所定油圧にตอบสนองして前記ロック機構を解除するためのロック解除機構とを有し、  
 前記制御手段は、  
 前記内燃機関の運転状態が始動時を示す場合には、前記ロック機構を駆動して前記相対位相を前記ロック位置に制御し、  
 前記内燃機関の運転状態が始動後を示す場合には、前記ロック解除機構により前記ロック機構を解除するとともに、前記油圧供給装置から前記遅角油圧室および前記進角油圧室への供給油圧を制御して、前記相対位相の遅角制御および進角制御を実行し、  
 前記運転状態が冷機アイドル状態を示す場合には、前記相対位相を最進角側または最遅角側に制御するとともに、前記最進角側または前記最遅角側での前記クランク角センサの検出値と前記カム角センサの検出値との相対位相差を基準位置として学習記憶することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項2】 前記制御手段は、前記冷機アイドル状態における前記カムシャフトの制御方向を、前記内燃機関の排気ガス温度が上昇するように設定することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記運転状態が暖機状態を示すときに前記基準位置が学習記憶されていない場合には、前記カムシャフトの相対位相を前記最進角側または前記最遅角側に制御して、前記クランク角センサの

検出値と前記カム角センサの検出値との相対位相差を前記基準位置として学習記憶することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項4】 前記制御手段は、前記暖機状態での前記基準位置の学習記憶時における前記カムシャフトの制御方向を、前記冷機アイドル状態における制御方向と同一方向に設定したことを特徴とする請求項3に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項5】 前記制御手段は、前記暖機状態における前記基準位置の学習記憶時に、前記内燃機関の制御を変更することを特徴とする請求項3または請求項4に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項6】 前記制御手段は、前記暖機状態における前記基準位置の学習記憶時に、前記内燃機関の燃料量、点火時期、ISCおよびスロットル開度の少なくとも1つを制御し、前記学習記憶用の制御前の状態と同等となるように前記内燃機関の出力トルクを変更することを特徴とする請求項5に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項7】 前記制御手段は、前記カムシャフトの相対位相が通常制御されているときに、前記各バルブのオーバーラップ量を小さくする方向である最遅角側または最進角側に前記相対位相が制御されたときの前記カム角センサの検出値を第2の基準位置として学習記憶することを特徴とする請求項1から請求項6までのいずれかに記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項8】 前記制御手段は、前記基準位置の学習記憶時での制御方向が最進角側に設定された場合には、前記通常制御中での吸気バルブ側の最遅角位置を前記第2の基準位置として学習記憶することを特徴とする請求項7に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項9】 前記制御手段は、前記第2の基準位置と、前記冷機アイドル状態で学習記憶した基準位置とを、前記各バルブの制御演算に用いることを特徴とする請求項7または請求項8に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項10】 前記制御手段は、前記運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、前記内燃機関の回転数をアップ制御することを特徴とする請求項1から請求項9までのいずれかに記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項11】 前記制御手段は、前記運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、前記内燃機関の点火時期をリタード制御することを特徴とする請求項1から請求項10までのいずれかに記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項12】 前記制御手段は、前記運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、前記内燃機関の燃料量を減量制御することを特徴とする請求項1から請求項11ま

でのいずれかに記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、運転状態に応じて吸気および排気バルブタイミングを制御する内燃機関のバルブタイミング制御装置に関し、特に冷機アイドル時に触媒昇温を促進させつつカム角の基準位置を学習することにより、暖機後のアイドル制御性を安定させて回転変動およびエンストの発生を防止するとともに、有害排気ガスの低減を実現した内燃機関のバルブタイミング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車などに搭載された内燃機関（エンジン）においては、環境に対する配慮から、エンジンから大気中に放出される排気ガス中の有害物質に対する規制が厳しくなっており、排気ガス中の有害物質を低減することが要求されている。

【0003】一般に、有害な排気ガスを低減させるためには、2通りの方法が知られており、1つは、エンジンから直接排出される有害ガスを低減する方法であり、他の1つは、排気管の途中に設けられた触媒コンバータ（以下、単に「触媒」という）により後処理して低減する方法である。

【0004】この種の触媒は、周知のように、ある程度の温度に達しないと有害ガスを無害化する反応が起こらないので、たとえばエンジンの冷機始動時においても、触媒を早く昇温させて活性化させることが重要な課題となる。

【0005】近年、エンジン出力を向上させるため、また、排気ガスおよび燃費を低減させるために、運転状態に応じてシリンダへの吸排気用のバルブタイミングを変更可能なバルブタイミング制御装置が採用されるようになってきた。

【0006】この種の従来装置においては、エンジンのクランクシャフトに対するカムシャフトの相対位置を変更する可変手段（アクチュエータ）を設け、クランク角位置およびカムシャフトの相対位相を検出して可変手段の基準位置を記憶し、エンジン運転状態に応じてカムシャフトの相対位相を制御するようになっている。

【0007】また、可変手段は、最進角と最遅角との間の位置にロック機構を有し、エンジン始動時にはロック機構に係合され、始動後には運転状態に応じたバルブタイミング制御が行われる。

【0008】すなわち、ECUからなる制御手段は、バルブタイミング制御用のカムシャフトの回転位相を検出して、回転位相の変化方向の動きを機械的に規制した状態で、カムシャフトの基準回転位置との位相差を学習するようになっている。

【0009】上記バルブタイミング制御装置において、

可変バルブタイミング機構（以下、「VVT機構」という）は、吸気バルブまたは排気バルブを駆動するカムシャフトの位相を変化させるために、ハウジング内で回転するペーン（後述する）を有している。

【0010】VVT機構のペーンは、エンジン始動時には、ほぼ中間位置（始動時対応位置）に保持されて、クランク角に対するカム角の相対回転を規制し、始動時から所定時間経過後に回転規制を解除するようになっている。

【0011】この種のバルブタイミング制御装置は、たとえば特開平9-324613号公報などに参照することができる。図6は上記公報に参照される一般的な内燃機関のバルブタイミング制御装置を示すブロック構成図であり、エンジン1の周辺部と関連付けて示している。

【0012】図6において、エンジン1には、エアクリーナ2およびエアフローセンサ3を介して、吸気管4からの吸入空気が供給される。

【0013】エアクリーナ2は、エンジン1に対する吸入空気を浄化し、エアフローセンサ3は、エンジン1の吸入空気量を計測する。吸気管4内には、スロットルバルブ5、アイドルスピードコントロールバルブ（以下、「ISCV」という）6およびインジェクタ7が設けられている。

【0014】スロットルバルブ5は、吸気管4を通過する吸入空気量を調節してエンジン1の出力を制御し、ISCV6は、スロットルバルブ5をバイパスして通過する吸入空気を調節して、アイドル時の回転数制御などを行う。インジェクタ7は、吸入空気量に見合った燃料を吸気管4内に供給する。

【0015】エンジン1の燃焼室内には点火プラグ8が設けられており、点火プラグ8は、燃焼室内の混合気を燃焼させるための火花を発生する。点火コイル9は、点火プラグ8に高電圧エネルギーを供給する。

【0016】排気管10は、エンジン1内で燃焼した排気ガスを排出する。排気管10内には、O<sub>2</sub>センサ11および触媒12が設けられており、O<sub>2</sub>センサ11は、排気ガス内の残存酸素量を検出する。

【0017】触媒12は、周知の三元触媒からなり、排気ガス内の有害ガス（HC、CO、NO<sub>x</sub>）を同時に浄化することができる。

【0018】クランク角検出用のセンサプレート13は、エンジン1により回転されるクランクシャフト（図示せず）と一体に回転しており、所定のクランク角位置に突起（図示せず）が設けられている。

【0019】クランク角センサ14は、センサプレート13に対向配置されており、センサプレート13上の突起がクランク角センサ14を横切るときに電気信号を発生して、クランクシャフトの回転位置（クランク角）を検出する。

【0020】エンジン1には、吸気管4および排気管1

0への連通タイミングを決定するバルブが設けられており、吸気用および排気用の各バルブの駆動タイミングは、クランクシャフトの1/2の速度で回転するカムシャフト（後述する）により決定されている。

【0021】カム位相可変用のアクチュエータ15および16は、吸気用および排気用の各バルブタイミングを個別に変更する。具体的には、各アクチュエータ15および16は、互いに区分された遅角油圧室および進角油圧室（後述する）を有し、クランクシャフトに対する各カムシャフト15Cおよび16Cの回転位置（位相）を相対的に変更する。

【0022】カム角センサ17および18は、カム角検出用センサプレート（図示せず）に対向配置されており、クランク角センサ14と同様に、カム角検出用センサプレート上の突起によりパルス信号を発生してカム角を検出する。

【0023】オイルコントロールバルブ（以下、「OCV」という）19および20は、オイルポンプ（図示せず）とともに油圧供給装置を構成しており、各アクチュエータ15および16に供給される油圧を切り替えて、カム位相を制御する。なお、オイルポンプは、所定油圧でオイルを供給するようになっている。

【0024】マイクロコンピュータからなるECU21は、エンジン1の制御手段を構成しており、各種センサ手段3、11、14、17および18により検出される運転状態に応じて、インジェクタ7および点火プラグ8を制御するとともに、各カムシャフト15Cおよび16Cのカム角位相を制御する。

【0025】また、ここでは図示されていないが、スロットルバルブ5には、スロットル開度を検出するスロットル開度センサが設けられ、エンジン1には、冷却水温を検出する水温センサが設けられており、スロットル開度および冷却水温は、上記各種センサ情報と同様に、エンジン1の運転状態を示す情報として、ECU21に入力されている。

【0026】次に、図6に示した従来の内燃機関のバルブタイミング制御装置による一般的なエンジン制御動作について具体的に説明する。まず、エアフローセンサ3は、エンジン1の吸入空気量を計測し、運転状態を示す検出情報としてECU21に入力する。

【0027】ECU21は、計測された吸入空気量に見合った燃料量を演算して、インジェクタ7を駆動するとともに、点火コイル9の通電時間および遮断タイミングを制御して点火プラグ8を駆動し、エンジン1の燃焼室内の混合気を適切なタイミングで点火する。

【0028】また、スロットルバルブ5は、エンジン1への吸入空気量を調節し、エンジン1から発生する出力を制御する。エンジン1のシリンダ内で燃焼した後の排気ガスは、排気管10を通して排出される。

【0029】このとき、排気管10の途中に設けられた

触媒12は、排気ガス中の有害物質であるHC（未燃焼ガス）、COおよびNO<sub>x</sub>を、無害なCO<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Oに浄化して大気中に排出する。

【0030】ここで、触媒12による浄化効率を最大限に引き出すために、排気管10にはO<sub>2</sub>センサ11が取り付けられており、O<sub>2</sub>センサ11は、排気ガス中の残存酸素量を検出してECU21に入力している。これにより、ECU21は、燃焼前の混合気が理論空燃比となるように、インジェクタ7から噴射される燃料量をフィードバック制御する。

【0031】また、ECU21は、運転状態に応じて、アクチュエータ15および16（VVT機構）を制御して、吸気用および排気用のバルブタイミングを変更する。次に、図7～図14を参照しながら、従来の内燃機関のバルブタイミング制御装置による各カムシャフト15Cおよび16Cの位相角制御動作について具体的に説明する。

【0032】なお、バルブタイミングが変更されない一般のエンジン（図示せず）の場合、クランクシャフトの回転トルクは、タイミングベルト（タイミングチェーン）からプーリ（およびスプロケット）に伝達され、プーリと一体回転するカムシャフトに伝達される。

【0033】一方、図6のようにVVT機構を有するエンジン1においては、上記プーリおよびスプロケットに代えて、クランクシャフトとカムシャフト15Cおよび16Cとの相対的な位相位置を変更するためのアクチュエータ15および16が設けられている。

【0034】図7はクランク角[°CA]の位相位置とバルブリフト量（バルブ開放量）[mm]との関係を示す説明図であり、TDCは各シリンダにおける圧縮上死点を示している。

【0035】図7において、一点鎖線は機械的に停止する最遅角時のバルブリフト量の変化を示し、破線は機械的に停止する最進角時のバルブリフト量の変化を示し、実線はロック機構（後述する）により設定されるロック位置でのバルブリフト量の変化を示す。

【0036】また、TDCを中心として、遅角側（図面右側）のバルブリフト量のピーク位置は、吸気バルブの全開位置に対応し、進角側（図面左側）のバルブリフト量のピーク位置は、排気バルブの全開位置に対応する。

【0037】したがって、遅角側および進角側における各ピークの変動幅（一点鎖線と破線との差）は、各バルブタイミングの可動範囲を示している。すなわち、バルブタイミングは、吸気および排気のいずれにおいても、破線から一点鎖線までの間で可変可能となっている。

【0038】図8はクランク角センサ14とカム角センサ17または18との各出力パルスの位相関係を示すタイミングチャートである。図8においては、最遅角時および最進角時におけるカム角センサ17または18の出力パルスを示している。

【0039】なお、クランク角センサ14の出力信号（クランク角位置）に対するカム角センサ17または18の出力信号の位相位置は、カム角センサ17および18の取り付け位置によって異なる。

【0040】ここで、バルブタイミングを遅角させることは、両バルブの開放開始タイミングがクランク角に対して遅角する（遅くなる）ことを意味し、逆に、バルブタイミングを進角させることは、吸気用および排気用の両バルブの開放開始タイミングがクランク角に対して進角する（早くなる）ことを意味する。

【0041】吸気用および排気用の各バルブの開放開始タイミングは、VVT機構を構成するアクチュエータ15および16により変更され、図7に示す可動範囲内の任意の遅角位置または進角位置に制御される。

【0042】図9～図11はほぼ同一構造からなるアクチュエータ15および16の内部構造を示す透視図であり、図9はカム角位相が最遅角位置（図7内の一点鎖線に対応）に調整された状態、図10はカム角位相がロック位置（図7内の実線に対応）に調整された状態、図11はカム角位相が最進角位置（図7内の破線に対応）に調整された状態をそれぞれ示している。

【0043】図9～図11において、各アクチュエータ15および16は、矢印方向に回転するハウジング151と、ハウジング151とともに回転するベーン152と、ハウジング151内に設けられた遅角油圧室153、進角油圧室154、ロックピン155およびスプリング156と、ベーン152に形成されたロック凹部157とを備えている。

【0044】ハウジング151には、クランクシャフトからの動力が、ベルトおよびプーリ（図示せず）を介して、1/2に減速されて伝達される。ベーン152は、遅角油圧室153または進角油圧室154に選択的に油圧が供給されることにより、ハウジング151内で位相位置がシフトされる。

【0045】遅角油圧室153および進角油圧室154は、ベーン152の動作範囲を決定している。スプリング156は、ロックピン155を突出方向に付勢しており、ロック凹部157は、ロックピン155の先端と対向するようにベーン152の所定のロック位置に設けられている。

【0046】なお、ロック凹部157には、オイル供給口（図示せず）が設けられており、遅角油圧室153および進角油圧室154のいずれか油圧の高い方からのオイルが切り替え供給されるようになっている。

【0047】遅角油圧室153および進角油圧室154（動作範囲）内で動作して位相シフトされるベーン152は、吸気用および排気用の各バルブを駆動するためのカムシャフト15Cおよび16Cに結合されている。

【0048】また、ここでは図示しないが、排気側のアクチュエータ16には、カムシャフト16Cの反力を相

殺するために、ベーン152を進角側に付勢するためのスプリングが設けられている。

【0049】アクチュエータ15および16は、OCV19および20から供給されるエンジン1の潤滑油（油圧）により駆動される。アクチュエータ15および16のカム角位相を図9～図11のように制御するためには、アクチュエータ15および16内に流入するオイル量（油圧）が制御される。

【0050】たとえば、図9のように、カム角位相を最遅角位置に調整するためには、遅角油圧室153内にオイルを流入させればよい。逆に、図11のように、カム角位相を最進角位置に調整するためには、進角油圧室154内にオイルを流入させればよい。

【0051】OCV19および20は、遅角油圧室153および進角油圧室154のどちらにオイルを流入させるかを制御する。図12～図14は同一構造からなるOCV19および20の内部構造を示す側断面図である。

【0052】図12～図14において、各OCV19および20は、円筒形状のハウジング191と、ハウジング191内に摺動自在に収納されたスプール192と、スプール192を連続的に駆動するコイル193と、スプール192を復帰方向に付勢するスプリング194とを備えている。

【0053】ハウジング191は、ポンプ（図示せず）に連通されたオリフィス195と、アクチュエータ15または16に連通されたオリフィス196および197と、オイルパンに連通されたドレイン用のオリフィス198および199とを備えている。

【0054】オリフィス196は、アクチュエータ15の遅角油圧室153、または、アクチュエータ16の進角油圧室154に連通されている。オリフィス197は、アクチュエータ15の進角油圧室154、または、アクチュエータ16の遅角油圧室153に連通されている。

【0055】オリフィス196および197は、スプール192の軸方向位置に応じて、選択的にオイル供給用のオリフィス195に連通される。オリフィス195は、図12においてはオリフィス196に連通され、図14においてはオリフィス197に連通されている。

【0056】同様に、ドレイン用のオリフィス198および199は、スプール192の軸方向位置に応じて、選択的にオリフィス197または196に連通される。図12においては、オリフィス197とオリフィス198とが連通され、図14においては、オリフィス196とオリフィス199とが連通されている。

【0057】ロック凹部157内のオイル供給口は、OCV19および20の励磁駆動状態（図14参照）でオイル供給される油路構成となっており、ロック凹部157への油圧がスプリング156の付勢力を上回ると、ロックピン155がロック凹部157から押し出されて、

ロック状態が解除されるようになっている。

【0058】図12はコイル193への通電電流が最小値の場合を示しており、スプリング194が最大限に伸張されている。図12に示すOCVが吸気側のOCV19の場合、オリフィス195を介してポンプから供給されたオイルは、オリフィス196を介してアクチュエータ15の遅角油圧室153に流入し、アクチュエータ15は図9に示した状態になる。

【0059】これにより、アクチュエータ15の進角油圧室154内のオイルは、オリフィス197を介してOCV19にドレインされ、さらに、オリフィス198を介してオイルパンにドレインされる。

【0060】一方、図12に示すOCVが排気側のOCV20である場合は、上記の逆となり、ポンプから供給されたオイルは、オリフィス196を介してアクチュエータ16の進角油圧室154に流入し、アクチュエータ16は図11に示した状態になる。

【0061】このとき、アクチュエータ16の遅角油圧室153内のオイルは、オリフィス197および198を介してオイルパンにドレインされる。

【0062】図12に示す油路構成により、たとえば吸気側および排気側のOCV19および20のいずれかに断線などの無通電となる故障が発生した場合でも、バルブオーバーラップ量が最小となるので、耐エンスト性に対して有利に作用する。

【0063】図14はコイル193への通電電流が最大値の場合を示しており、スプリング194が最小限に圧縮されている。たとえば、図14のOCVが吸気側のOCV19である場合、ポンプから供給されたオイルは、オリフィス197を介してアクチュエータ15の進角油圧室154に流入し、アクチュエータ15の遅角油圧室153内のオイルは、オリフィス196および199を介してドレインされる。

【0064】一方、図14のOCVが排気側のOCV20である場合には、ポンプから供給されたオイルは、オリフィス197を介してアクチュエータ16の遅角油圧室153に流入し、アクチュエータ16の進角油圧室154内のオイルは、オリフィス196および199を介してドレインされる。

【0065】また、図13はバルブタイミング制御終了位置またはロック位置（中間位置）に相当する状態を示し、このとき、アクチュエータ15および16内のベーン152は、任意の目標位置または図10に示した状態にある。

【0066】なお、図13の状態において、オイル供給用側のオリフィス195は、アクチュエータ側のオリフィス196または197に直接連通されていないが、洩れオイルにより、ロック凹部157（図10参照）のオイル供給口に供給され得る。

【0067】したがって、たとえばベーン152がロッ

ク位置にあっても、洩れオイルによるオイル供給口への油圧が、スプリング156の付勢力に打ち勝つ油圧（ロック解除用の所定油圧）に到達すれば、ロック凹部157からロックピン155が外れて、ベーン152がハウジング151内で動作可能な状態となる。

【0068】なお、ロック解除用の所定油圧は、スプリング156の付勢力などの調整により、必要最小限の任意値に設定され得る。また、バルブタイミングを決定する各アクチュエータ15および16のベーン152の位置（位相）は、カム角センサ17および18で検出されることにより、任意に制御され得る。

【0069】カム角センサ17および18は、クランクシャフトとカムシャフト15Cおよび16Cとの相対位置を検出することができる位置に取り付けられている。図8において、バルブタイミングが最進角位置（図7の破線参照）でのクランク角センサ出力との位相差はAで示され、バルブタイミングが最遅角位置（図7内の一点鎖線参照）でのクランク角センサ出力との位相差はBで示される。

【0070】ECU21は、検出された位相差A〜Bが目標値と一致するように、フィードバック制御することにより、任意位置でのバルブタイミング制御を実行する。

【0071】たとえば、吸気側において、クランク角センサ14の検出タイミングに対するカム角センサ17の検出位置が、ECU21内で演算された目標位置よりも遅角側にある場合には、カム角センサ17の検出位置を目標位置まで進角させるために、検出位置と目標位置との偏差に応じてOCV19のコイル193への通電電流量を制御し、スプール192を制御する。

【0072】また、目標位置と検出位置との位相差が大きい場合には、目標位置に早く追従させるために、OCV19のコイル193への通電電流量を増加させる。これにより、アクチュエータ15の進角油圧室154に連通されたオリフィス197の開口量が大きくなり、進角油圧室154への供給オイル量が増加する。

【0073】以下、検出位置が目標位置に近づくにつれて、OCV19のスプール192の位置が図13の状態に近づくように、コイル193への通電電流量を低減させる。そして、検出位置と目標位置とが一致した時点で、図13に示すように、アクチュエータ15の遅角油圧室153、進角油圧室154への通路を遮断する状態となるようにコイル193への通電電流量を制御する。

【0074】なお、通常の運転状態（暖機後の走行状態など）での目標位置は、たとえば運転状態（エンジン回転数およびエンジン負荷）に応じた2次元マップ値をあらかじめECU21内のROMに記憶させておくことにより、各運転状態に応じた最適なバルブタイミングとなるように設定され得る。

【0075】一方、始動時においては、エンジン1によ

り駆動されるオイルポンプの回転数が不十分であることから、アクチュエータ15への供給オイル量も不十分であり、上記のような油圧による進角位置の制御は不可能となる。

【0076】したがって、図10に示すように、ロックピン155をロック凹部157に係合させることにより、油圧不足によるペーン152のばたつきを防止する。

【0077】このとき、吸気バルブを過遅角させると実圧縮比が低下し、逆に、吸気バルブを過進角させると排気バルブとのオーバーラップ期間が大きくなるので、吸気バルブを過遅角または過進角させることは、いずれもポンピングロスを低減させる結果となる。

【0078】したがって、吸気バルブの過遅角制御や過進角制御は、始動時（クランキング時）の回転数上昇および初爆発生のためには有利であるが、実質的な燃焼状態が不十分であることから、完爆まで至らずに結局始動性を損なう結果となり得る。

【0079】一方、排気バルブを過遅角すると、吸気バルブを過進角した場合と同様に、排気バルブと吸気バルブとのオーバーラップ期間が大きくなり、逆に、排気バルブを過進角すると、実膨張比が低下して燃焼エネルギーをクランクシャフトに十分に伝達することができなくなってしまう。

【0080】したがって、始動時および始動直後においては、各バルブタイミングを過遅角制御しても過進角制御しても、始動性の悪化状態（または、始動不可能な状態）を招くおそれがある。

【0081】そこで、始動時においては、図10のように、ロックピン155をロック凹部157に係合することにより、ペーン152をロック位置（最遅角位置と最進角位置とのほぼ中間位置）に固定設定している。

【0082】以下、始動後においては、エンジン回転数の上昇に応じて潤滑オイルの油圧が上昇するので、スプール192が図13に示す位置にあっても、前述の浅れオイルにより、アクチュエータ15および16にも油圧が供給される。

【0083】したがって、前述した通り、ロック凹部157への油圧がスプリング156の付勢力に打ち勝った時点で、ロック凹部157からロックピン155が外れてペーン152が動作可能になる。

【0084】以下、ロック解除後にOCV19および20を制御することにより、遅角油圧室153および進角油圧室154に油圧供給が制御され、バルブタイミングの遅角制御および進角制御が実行される。

【0085】このとき、特に、エンジン1の高回転域において、吸気慣性効果を得るとともに、体積効率を増大させて出力を向上させるために、始動時よりも遅角側にバルブタイミングを制御する。

【0086】このように、エンジン始動時においては、

アクチュエータ15および16のロックピン155を最遅角位置と最進角位置とのほぼ中間位置にロックして始動性を向上させ、エンジン始動後（ロック機構の解除後）においては、特に高回転域で遅角制御することにより出力特性を向上させている。

【0087】次に、図15を参照しながら、たとえば特開平11-229914号公報に記載された従来の内燃機関のバルブタイミング制御装置による基準位置の学習処理動作について説明する。図15は上記公報に記載された従来装置の動作を示すフローチャートである。

【0088】図15において、まず、エンジン1が回転中であるか否かを判定し（ステップS101）、回転中でない（すなわち、NO）と判定されれば、以下の処理を実行せずに図15の処理ルーチンを終了する。

【0089】一方、ステップS101において、エンジン1が回転中である（すなわち、YES）と判定されれば、続いて、エンジン回転数 $N_e$ が所定回転数 $N_{e0}$ 以上であるか否かを判定する（ステップS102）。

【0090】ステップS102において、 $N_e < N_{e0}$ （すなわち、NO）と判定されれば図15の処理ルーチンを終了し、 $N_e \geq N_{e0}$ （すなわち、YES）と判定されれば、続いて、エンジン1の冷却水温度 $T_w$ が所定温度 $T_{w0}$ 以上（暖機状態）であるか否かを判定する（ステップS103）。

【0091】ステップS103において、エンジン1が冷機状態であって、 $T_w < T_{w0}$ （すなわち、NO）と判定されれば、図15の処理ルーチンを終了する。また、 $T_w \geq T_{w0}$ （すなわち、YES）と判定されれば、オーバーラップ量が最小となるストップ位置にバルブタイミングを制御する（ステップS104）。

【0092】続いて、所定時間 $t_0$ が経過したか否かを判定し（ステップS105）、所定時間 $t_0$ が経過していない（すなわち、NO）と判定されれば、図15の処理ルーチンを終了する。

【0093】また、ステップS105において、所定時間 $t_0$ が経過した（すなわち、YES）と判定されれば、クランクシャフトとカムシャフトとの回転位相差 $DA1$ を算出し（ステップS106）、回転位相差 $DA1$ から基準回転位相差 $DA0$ を減算した値を偏差 $DDA$ として算出する（ステップS107）。

【0094】最後に、偏差 $DDA$ を学習値としてメモリに記憶し（ステップS108）、図15の処理ルーチンを終了する。

【0095】上記処理により、エンジン1の暖機アイドル時に吸気側バルブタイミングを最遅角位置に制御し且つ排気側バルブタイミングを最進角位置に制御して、両者のバルブオーバーラップ量（シリンダ内の吹き抜けガス量）を最小化させ、暖機アイドル時の制御安定性を向上させることができる。

【0096】また、この場合、暖機アイドル時におい



て、吸気側および排気側の最遅角位置および最進角位置を学習値とするので、カム角を変更制御することなく、通常のカム位置の制御範囲内で基準位置を学習することができる。

【0097】なお、前述の特開平9-324613号公報のように、始動時にバルブタイミングをほぼ中間位置で保持するようにした制御装置においては、通常制御とは異なる基準位置を学習するためにカム角を変更制御する必要があり、図15のような基準位置学習処理を適用することはできない。

【0098】また、カム角の基準位置を学習するために、通常とは異なるカム角（最遅角位置および最進角位置）に制御する必要があるので、エンジン性能に影響を与えて回転変動などを発生するおそれがある。

【0099】また、上記いずれの従来装置においても、排気ガスの改善および触媒12の昇温促進という技術観点については、何ら考慮されていない。

【0100】

【発明が解決しようとする課題】従来の内燃機関のバルブタイミング制御装置は以上のように、特開平9-324613号公報記載の装置では、始動時にカム角をほぼ中間位置に保持する従来装置においても、基準位置を学習するために通常とは異なるカム角に制御する必要があり、やはり、回転変動が発生してエンジン性能に影響を与えるという問題点があった。

【0101】また、特開平9-324613号公報記載の装置に特開平11-229914号公報記載の学習処理を適用したとすると、カム角の基準位置を学習するために通常とは異なるカム角に制御することになり、エンジン性能に影響を与えてしまうので、そのまま適用することはできないという問題点があった。

【0102】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、冷機アイドル時にバルブタイミングを最進角側（または最遅角側）に制御して触媒昇温を促進させつつカム角の基準位置を学習することにより、暖機後のアイドル制御性を安定させて回転変動およびエンストの発生を防止するとともに、有害排気ガスの低減を実現した内燃機関のバルブタイミング制御装置を得ることを目的とする。

【0103】また、この発明は、暖機後に基準位置が未学習であれば、同様に基準位置を学習することにより、暖機後のアイドル制御性を安定させて回転変動およびエンストの発生を防止するとともに、有害排気ガスの低減を実現した内燃機関のバルブタイミング制御装置を得ることを目的とする。

【0104】また、この発明は、暖機後に基準位置が学習済みであれば、最進角位置と最遅角位置との中間位置に制御してアイドル制御性を安定させた内燃機関のバルブタイミング制御装置を得ることを目的とする。

【0105】また、この発明は、暖機後に基準位置が未

学習の場合に、基準位置を学習するとともに、回転変動などが発生しないように点火時期および燃料量を変更制御して回転変動やエンストの発生を防止するとともに、有害排気ガスの低減を実現した内燃機関のバルブタイミング制御装置を得ることを目的とする。

【0106】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、内燃機関のクランクシャフトの回転に同期して内燃機関の吸気用および排気用の各バルブを駆動する吸気用および排気用のカムシャフトと、吸気用および排気用のカムシャフトの少なくとも一方に結合されたアクチュエータと、アクチュエータを駆動するための油圧を供給する油圧供給装置と、内燃機関の運転状態に応じて油圧供給装置からアクチュエータへの供給油圧を制御し、クランクシャフトに対するカムシャフトの相対位相を変更する制御手段と、クランクシャフトの回転位置を検出するクランク角センサと、カムシャフトの回転位置を検出するカム角センサとを備え、アクチュエータは、相対位相の変更範囲を設定するための遅角油圧室および進角油圧室と、相対位相を変更範囲内のロック位置に設定するためのロック機構と、油圧供給装置から供給される所定油圧にตอบสนองしてロック機構を解除するためのロック解除機構とを有し、制御手段は、内燃機関の運転状態が始動時を示す場合には、ロック機構を駆動して相対位相をロック位置に制御し、内燃機関の運転状態が始動後を示す場合には、ロック解除機構によりロック機構を解除するとともに、油圧供給装置から遅角油圧室および進角油圧室への供給油圧を制御して、相対位相の遅角制御および進角制御を実行し、運転状態が冷機アイドル状態を示す場合には、相対位相を最進角側または最遅角側に制御するとともに、最進角側または最遅角側でのクランク角センサの検出値とカム角センサの検出値との相対位相差を基準位置として学習記憶するものである。

【0107】また、この発明の請求項2に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項1において、制御手段は、冷機アイドル状態におけるカムシャフトの制御方向を、内燃機関の排気ガス温度が上昇するように設定するものである。

【0108】また、この発明の請求項3に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項1または請求項2において、制御手段は、運転状態が暖機状態を示すときに基準位置が学習記憶されていない場合には、カムシャフトの相対位相を最進角側または最遅角側に制御して、クランク角センサの検出値とカム角センサの検出値との相対位相差を基準位置として学習記憶するものである。

【0109】また、この発明の請求項4に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項3において、制

御手段は、暖機状態での基準位置の学習記憶時におけるカムシャフトの制御方向を、冷機アイドル状態における制御方向と同一方向に設定したものである。

【0110】また、この発明の請求項5に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項3または請求項4において、制御手段は、暖機状態における基準位置の学習記憶時に、内燃機関の制御を変更するものである。

【0111】また、この発明の請求項6に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項5において、制御手段は、暖機状態における基準位置の学習記憶時に、内燃機関の燃料量、点火時期、ISCおよびスロットル開度の少なくとも1つを制御し、学習記憶用の制御前の状態と同等となるように内燃機関の出力トルクを変更するものである。

【0112】また、この発明の請求項7に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項1から請求項6までのいずれかにおいて、制御手段は、カムシャフトの相対位相が通常制御されているときに、各バルブのオーバーラップ量を小さくする方向である最遅角側または最進角側に相対位相が制御されたときのカム角センサの検出値を第2の基準位置として学習記憶するものである。

【0113】また、この発明の請求項8に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項7において、制御手段は、基準位置の学習記憶時での制御方向が最進角側に設定された場合には、通常制御中での吸気バルブ側の最遅角位置を第2の基準位置として学習記憶するものである。

【0114】また、この発明の請求項9に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項7または請求項8において、制御手段は、第2の基準位置と、冷機アイドル状態で学習記憶した基準位置とを、各バルブの制御演算に用いるものである。

【0115】また、この発明の請求項10に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項1から請求項9までのいずれかにおいて、制御手段は、運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、内燃機関の回転数をアップ制御するものである。

【0116】また、この発明の請求項11に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項1から請求項10までのいずれかにおいて、制御手段は、運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、内燃機関の点火時期をリタード制御するものである。

【0117】また、この発明の請求項12に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置は、請求項1から請求項11までのいずれかにおいて、制御手段は、運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、内燃機関の燃料量を減量制御するものである。

【0118】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、図面を参照しながら、この発明の実施の形態1について詳細に説明

する。図1はこの発明の実施の形態1を示すブロック構成図であり、図1において、前述（図6参照）と同様のものについては同一符号を付して詳述を省略する。

【0119】この場合、吸気側および排気側の各バルブタイミングの変更制御範囲は図7に示した通りであり、クランク角センサ出力とカム角センサ出力との関係は図8に示した通りである。

【0120】また、アクチュエータ15および16の具体的構成は、図9～図11に示した通りであり、OCV19および20の具体的構成は、図12～図14に示した通りである。

【0121】また、図1内のECU21Aは、前述と同様に、エンジン始動時においてロック機構によりアクチュエータ15および16をロック位置に制御するロック制御手段と、エンジン始動後にはロック解除機構によりアクチュエータ15および16を遅角制御および進角制御するロック解除制御手段とを含む。

【0122】さらに、ECU21Aは、エンジン1の運転状態が冷機アイドル状態を示す場合には、アクチュエータ15および16により、クランクシャフトに対するカムシャフト15Cおよび16Cの相対位相を進角側に制御する冷機アイドル制御手段を含む。

【0123】また、ECU21A内のロック解除制御手段は、エンジン1が少なくとも冷機アイドル状態を示す場合に、オイルポンプからロック解除用の所定油圧を発生させるようになっている。

【0124】また、ECU21Aは、エンジン1が暖機アイドル状態を示す場合には、アクチュエータ15および16をロック位置に制御する暖機アイドル制御手段を備えている。

【0125】暖機アイドル時のアクチュエータ15および16のロック位置は、エンジン1の始動および始動直後に好適な位置となるように設定されている。すなわち、ロックピン155（図10参照）によるベーン152のロック位置は、始動時に適したバルブタイミングとなるように設定される。

【0126】前述したように、エンジン始動時および始動直後においては、バルブタイミングが過遅角されても過進角されても、始動性を悪化させることになるので、ロックピン155およびロック凹部157の相対位置は、図10に示した中間位置に限らず、始動時および始動直後に良好なバルブタイミングとなるようにあらかじめ設定される。

【0127】また、エンジン始動後の冷機アイドル状態においては、各バルブのリフトタイミングを進角位置（または遅角位置）に制御するために、各アクチュエータ15および16のロックピン155をロック凹部157から解除させる必要がある。

【0128】この場合も、アクチュエータ15および16の作動（ロックピン155の係合解除も含む）には、

エンジン1の潤滑油圧が用いられており、エンジン潤滑油圧は、エンジン回転数および油温などに依存して変化する。

【0129】上述したように、少なくとも、冷機アイドル状態で進角制御（または遅角制御）を行う場合には、ロックピン155を解除するための油圧を発生させる必要がある。また、冷機アイドル状態での進角制御（または遅角制御）が終了した後は、アクチュエータ15および16をロック位置に制御する。

【0130】このとき、ロック解除用の油圧を保持して、ロック位置付近でのフィードバック制御を実行してもよく、ロック位置でロックピン155に係合させてもよい。この状態で、車両を走行させるためにアクセルを踏み込むと、エンジン回転数が上昇するので、ロック状態が解除され、エンジン1の運転状態に応じた遅角位置または進角位置（ロック位置でない）での制御も可能となる。

【0131】すなわち、図1において、アクチュエータ15、16は、始動時には最進角と最遅角との間の位置でロックされ、始動後の冷機アイドル状態では触媒昇温効果を有する位置すなわち機械的停止位置の進角側（または遅角側）に制御される。

【0132】また、ECU21Aは、冷機アイドル状態での最進角（または最遅角）制御において、カム角センサ17、18により検出されるクランクシャフトとカムシャフト15Cおよび16Cとの位相差（相対位相）を基準位置として学習し、バルブタイミング制御実行時の位置制御性を向上させる。

【0133】基準位置を学習することにより、ECU21Aは、エンジン1の暖機後において、最進角と最遅角との間の位置で相対位相を制御して位置制御性を高めるようになっている。

【0134】また、ECU21Aは、エンジン1の暖機後においても、基準位置が未学習であれば、冷機アイドル時と同様に、相対位相を最進角（または最遅角）制御して基準位置を学習する。なお、暖機時の制御方向（最進角または最遅角）は、冷機時の制御方向と同一方向に設定される。

【0135】次に、前述の図7～図14とともに、図2のフローチャートを参照しながら、図1に示したこの発明の実施の形態1による制御動作について説明する。ここでは、代表的に、基準位置の学習時に最進角制御する場合を示している。

【0136】図2の処理ルーチンは、ECU21A内で所定タイミングごとに実行される。図2において、まず、ECU21Aは、エンジン1の運転状態が始動状態またはエンスト状態か否かを判定する（ステップS1）。

【0137】ステップS1において、エンジン1が始動状態またはエンスト状態（すなわち、YES）と判定さ

れれば、OCV19および20のコイル193に対する供給電流を最小電流値MINに設定し（ステップS6）、図2の処理ルーチンを抜ける。

【0138】最小電流値MINは、無通電値（=0mA）であってもよいが、次の動作の待機電流として、100mA程度に設定しておくことが望ましい。

【0139】一方、ステップS1において、始動状態またはエンスト状態でない（すなわち、NO）と判定されれば、続いて、エンジン1がアイドル状態であるか否かを判定する（ステップS2）。

【0140】このとき、ステップS2におけるアイドル判定は、周知のように、アイドルスイッチのオンオフ、または、スロットル開度が全閉か否かなどにより行われる。

【0141】ステップS2において、エンジン1がアイドル状態でない（すなわち、NO）と判定されれば、ステップS7（後述する）に進み、アイドル状態である（すなわち、YES）と判定されれば、続いて、エンジン1が冷機状態であるか否かを判定する（ステップS3）。

【0142】ここで、冷機状態とは、たとえば、エンジン1の冷却水温Tw（検出または推測される）が所定温度（暖機温度に対応した40℃）以下を示す状態である。冷却水温Twが所定温度以下の冷機状態においては、触媒を早期に昇温させて活性化させる必要がある。

【0143】ステップS3において、冷却水温Twが所定温度以上（暖機状態）であってエンジン1が冷機状態でない（すなわち、NO）と判定されれば、ステップS9（後述する）に進む。

【0144】また、ステップS3において、冷却水温Twが所定温度以下であってエンジン1が冷機状態である（すなわち、YES）と判定されれば、アクチュエータ15および16を進角側の機械的停止位置に設定して、カム角の相対位相を最進角に制御する（ステップS4）。

【0145】ステップS4においては、排気側のOCV20の電流が最小値MINに設定され、吸気側のOCV19の電流が最大値に設定されるか、または、目標進角量が最進角位置になるように設定される。

【0146】上記最進角制御（ステップS4）に続いて、最後に、最進角位置でのクランクシャフトとカムシャフト15Cおよび16Cとの位相差を基準位置として学習し（ステップS5）、図2の処理ルーチンを終了する。

【0147】この学習ステップS5は、クランク角とカム角との位相差の検出値が最進角位置に達したことを確認するか、または、確実に最進角位置に達すると見込まれる時間だけ待機した後に実行されることが望ましい。

【0148】なお、冷機アイドル時に、ステップS4により最進角位置に制御する理由は、排気バルブの開き始

めのタイミングを早くすることにより、燃焼途中の高温の燃焼ガスを排気管10に排出して触媒12の昇温促進効果を得て、排気ガスを低減させることにある。

【0149】また、バルブタイミングの最進角制御は、排気側のみを対象としてもよいが、吸気側も同時に最進角制御対象とすれば、バルブオーバーラップ期間を拡大せずに排気バルブの開き始めを早くすることができるので、アイドル安定性を確保しつつ、触媒12の昇温効果が得られるというメリットがある。

【0150】一方、図2内のステップS2において、エンジン1がアイドル状態でない（すなわち、NO）と判定されれば、続いて、基準位置が学習済みである（1回でも学習した）か否かを判定する（ステップS7）。

【0151】ステップS7において、基準位置が学習済みである（すなわち、YES）と判定されれば、エンジン1の運転状態（たとえば、回転数や負荷）に応じた最適なバルブタイミング制御を行うために、運転状態に応じた補間マップを参照して目標進角量を制御し（ステップS8）、図2の処理ルーチンを終了する。

【0152】ステップS8においては、ECU21A内のROMにマップデータとして記憶された目標位置となるように、フィードバック制御が実行される。前述した通り、目標進角位置の参照マップは、ECU21A内のROMにあらかじめ記憶されており、マップデータは、エンジン回転数およびエンジン負荷により補間されるようになっている。

【0153】また、ステップS7において、基準位置が未学習である（すなわち、NO）と判定されれば、前述のステップS4、S5に進み、最進角制御を行うとともに、基準位置を学習する。

【0154】一方、ステップS3において冷機状態でない（すなわち、NO）と判定されれば、続いて、基準位置が学習済みであるか否かを判定し（ステップS9）、学習済みである（すなわち、YES）と判定されれば、目標進角量を中間ロック位置に制御して（ステップS10）、図2の処理ルーチンを終了する。

【0155】ステップS10における中間ロック位置は、始動時での始動性に適したバルブタイミングに設定されており、アイドル安定性にも適しているので、アイドル時の回転変動を小さくすることができる。

【0156】また、ステップS9において、基準位置が未学習である（すなわち、NO）と判定されれば、前述のステップS4、S5に進む。

【0157】ステップS5において記憶された基準位置（学習値）は、一旦学習されると、車載バッテリーが外されてECU21Aへのバックアップ電源が遮断されない限り保持される。

【0158】したがって、次のエンジン始動後に、暖機状態であるにもかかわらず最進角制御および学習（ステップS4、S5）を繰り返すという無駄な処理を回避

することができる。

【0159】このように、エンジン1の冷機アイドル時においては、触媒12の早期昇温活性化のためにバルブタイミングを最進角制御して、そのときの最進角位置を基準位置として学習することができる。

【0160】また、エンジン1の暖機後に、バッテリーが外されて学習済みの基準位置が消去されるなどにより、未学習状態となった場合には、強制的に最進角位置に制御して基準位置を再学習することができる。

【0161】これにより、通常のエンジン運転状態毎の最適バルブタイミング制御時において、制御性が向上されるので、エンジン性能を十分に発揮させることができる。

【0162】なお、図1においては、吸気用および排気用の各カムシャフト15Cおよび16Cの両方にアクチュエータ15および16を設けたが、一方のカムシャフト15Cまたは16Cに対応したアクチュエータ15または16のみを設けてもよい。

【0163】また、アクチュエータ15および16として、図9～図11のように、ハウジング151内で位相変更用のペーン152を回転移動させるタイプを用いたが、ヘリカルタイプなど、他のアクチュエータを用いてもよい。

【0164】また、図2においては、冷機アイドル時に基準位置を学習するために、バルブタイミングを最進角位置に制御したが、エンジン1の設計仕様によっては、最遅角位置に制御してもよい。

【0165】たとえば、エンジン1によっては、冷機アイドル時にバルブタイミングを遅角側に制御する（特に、排気バルブの開動作の完了タイミングを遅く設定することにより、燃焼ガスがシリンダ内に再吸入され、燃焼温度が低下して排気温度が上昇するものがある。

【0166】したがって、この種のエンジンの場合には、図2内のステップS4に代えて、冷機アイドル時に最遅角制御して触媒12の昇温を促進させるとともに、最遅角位置を基準位置として学習することになる。

【0167】また、冷機アイドル時にバルブタイミングを最遅角制御する場合には、暖機後に基準位置を学習する際にも最遅角制御が実行される。これにより、エンジン1の冷機時と暖機時における挙動差を小さくすることができる。

【0168】このように、冷機アイドル時において、バルブタイミングを最進角位置（または最遅角位置）に制御して基準位置を学習することにより、触媒12の早期活性化を実現するとともに、カム角の制御精度の向上を実現することができる。

【0169】また、暖機後においては、学習値（基準位置）を用いて制御し、暖機後においても学習値が未学習の場合には、同様にバルブタイミングを最進角（または最遅角）制御して基準位置を学習することができる。

【0170】実施の形態2. なお、上記実施の形態1では、ステップS7またはS9において基準位置が学習済みでない（すなわち、NO）と判定された場合に、最進角（または最遅角）制御による基準位置の学習処理（ステップS4、S5）のみを実行したが、エンジン1の制御（燃料噴射制御、点火時期制御など）を追加してもよい。

【0171】この場合、ECU21Aは、暖機時に最進角位置（または最遅角位置）に制御した場合、エンジン1の回転変動が発生する場合があるので、燃料、点火などを制御して回転変動およびエンストなどを防止するようになっている。

【0172】以下、基準位置が未学習の場合にエンジン制御処理を追加したこの発明の実施の形態2について説明する。図3はこの発明の実施の形態2による制御動作を示すフローチャートであり、前述（図2参照）と同様の処理については、同一符号を付して詳述を省略する。

【0173】図3において、ステップS2でアイドル状態でない（すなわち、NO）と判定され、さらにステップS7で基準位置が未学習である（すなわち、NO）と判定された場合には、エンジン1の出力制御（ステップS11）を実行するとともに、学習ステップS4、S5を実行する。

【0174】同様に、ステップS3で冷機状態でない（すなわち、NO）と判定され、さらにステップS9で基準位置が未学習である（すなわち、NO）と判定された場合にも、エンジン1の出力制御（ステップS12）を実行するとともに、学習ステップS4、S5を実行する。

【0175】ステップS11、S12におけるエンジン出力制御としては、燃料、点火、ISCまたはスロットル開度などの変更が含まれる。すなわち、ECU21Aは、暖機状態における基準位置の学習記憶時に、エンジン1の燃料量、点火時期、ISCおよびスロットル開度の少なくとも1つを制御し、学習記憶用の（最進角側または最遅角側への）制御前の状態と同等となるようにエンジン1の出力トルクを変更する。

【0176】このように、冷機アイドル時には最進角位置を基準位置として学習し（ステップS4、S5）、通常制御時には学習値（基準位置）を用いてマップ制御し（ステップS8）、暖機時には最進角と最遅角との中間位置に制御し（ステップS10）、基準位置が未学習の場合には、基準位置を学習するとともに、回転変動やエンストを回避するための出力制御（ステップS11、S12）を実行する。

【0177】一般に、排気側のバルブタイミングを進角側に制御すると、バルブ開き始めのタイミングが早くなって実膨張行程が短縮されるので、クランクシャフトの回転力となって伝達される燃焼エネルギーが減少し、回転変動やエンストが発生するおそれがある。

【0178】そこで、回転変動やエンストの発生を回避

するために、上記ステップS11、S12において、たとえば燃料の増量制御（空燃比A/Fのリッチ化）、点火時期の進角制御、ISC開度の増大制御、または、電子スロットル開度の増大制御により、エンジン1の発生トルクを変更する。

【0179】このとき、排気側の最進角制御と同時に、吸気側のバルブタイミングも最進角制御することにより、バルブオーバーラップ期間を拡大することなく、排気バルブの開き始めを早めることができるので、バルブオーバーラップ拡大による内部EGR量の増加に起因したトルク低下を防止することができる。

【0180】また、ステップS4の最進角制御に代えて最遅角制御する場合においても、燃焼ガスの再吸入によりエンジン発生トルクが低下するおそれがあるので、上記と同様に出力トルク制御（ステップS11、S12）を実行することにより、回転変動を抑制してエンストを回避することができる。

【0181】実施の形態3. なお、上記実施の形態1では、冷機アイドル時の最進角（または最遅角）制御中のカム角センサ17、18の検出値（基準位置）のみを学習記憶したが、通常制御中に、バルブオーバーラップ量を小さくする方向に制御されたときのカム角センサ17、18の検出値を第2の基準位置として学習記憶してもよい。

【0182】この場合、ECU21Aは、カムシャフト15Cおよび16Cの相対位相が通常のマップ制御（ステップS8）されているときに、吸排気バルブのオーバーラップ量を小さくする方向（たとえば、最遅角側）に相対位相が制御されたときのカム角センサ17、18の検出値を第2の基準位置として学習記憶するようになっている。

【0183】すなわち、エンジン1が冷機状態であって、カムシャフト15Cおよび16Cの相対位相が暖機状態時よりも進角側（または遅角側）に制御されているときに、バルブオーバーラップ量が大きくなる方向にある場合には、通常制御状態でのオーバーラップ量を小さくする方向の最遅角側（または最進角側）に相対位相を制御したときの検出値（第2の基準位置）を学習記憶する。

【0184】一般に、バルブオーバーラップ量が小さい方が、アイドル安定性および内部EGR量が低下して燃焼が安定するので、耐エンストなどに対して有利なことが知られている。また、前述のように、OCV19、20は、無通電時においては、スプリング194により図12の状態となっている。

【0185】図12の状態において、バルブオーバーラップ量が最小となる油路構成にすることにより、OCV19、20の断線故障発生時においてもアイドル不安定状態またはエンスト状態などが発生することがなく、フェールセーフ側に作用させることができる。

【0186】したがって、フェールセーフ側を基準側と

したときの位置を学習し、制御することが望ましい。具体的には、基準位置の学習記憶時での制御方向が最進角側に設定された場合には、通常制御中での吸気バルブ側の最遅角位置を第2の基準位置として学習記憶する。

【0187】前述のように、エンジン1の冷機時においては、触媒12の活性化促進のために、吸排気バルブが両方とも最進角制御（ステップS4）されている。このとき、排気側においては、最進角側がバルブオーバーラップ量を最小化する方向であり、フェールセーフ側に作用するので特に問題は生じない。

【0188】しかし、吸気側においては、最遅角側がバルブオーバーラップ量を最小化するフェールセーフ側となるので、最遅角側を第2の基準位置として学習し、位相角制御を実行した方がよい。

【0189】以下、通常制御中に第2の基準位置を学習記憶するようにしたこの発明の実施の形態3について説明する。図4はこの発明の実施の形態3による制御動作を示すフローチャートであり、前述（図2、図3参照）と同様の処理については、同一符号を付して詳述を省略する。

【0190】図4において、まず、ステップS7で基準位置が学習済みである（すなわち、YES）と判定されれば、目標進角量を運転状態に応じた最適の目標位置に追従するように実進角量をマップ制御（ステップS8）するとともに、目標進角量が最遅角位置であるか否かを判定する（ステップS13）。

【0191】ステップS13において、実進角量が最遅角位置に追従して制御されている（すなわち、YES）と判定されれば、最遅角位置の検出値を第2の基準位置として学習記憶し（ステップS14）、図4の処理ルーチンを終了する。

【0192】また、ステップS13において、実進角量が最遅角位置に制御されていない（すなわち、NO）と判定されれば、ステップS14を実行せずに、図4の処理ルーチンを終了する。

【0193】以下、ECU21Aは、冷機アイドル状態で学習記憶した基準位置のみならず、第2の基準位置をも用いて、各バルブの制御演算を実行する。

【0194】ここで、目標進角量への実進角量の追従制御（ステップS8）において、基準位置の変化にともなう変更が生じない方が、制御をシンプル化してプログラム作成工数などを少なくすることができる。

【0195】以下、制御プログラムのシンプル化および作成工数の低減を実現した場合の、ステップS8による具体的な処理動作について説明する。

【0196】まず、図4内のステップS4およびS5のように、最進角位置を基準位置として学習記憶した場合、実進角量を $Ra$ 、カム角センサによる検出進角量を $Sa$ 、アクチュエータの作動角を $Da$ 、最進角学習値を $La$ とすれば、実進角量 $Ra$ は以下の（1）式のように

算出される。

$$【0197】Ra = Sa + Da - La \quad \cdots (1)$$

【0198】（1）式において、作動角 $Da$ は、VVTアクチュエータ15、16の最進角側から最遅角側までの角度である。

【0199】一方、最進角位置ではなく、最遅角位置を基準位置として学習記憶した場合、最遅角学習値を $Lr$ とすれば、実進角量 $Ra$ は以下の（2）式のように算出される。

$$【0200】Ra = Sa - Lr \quad \cdots (2)$$

【0201】上記（1）式、（2）式のように、実進角量 $Ra$ の算出方法を変更するのみでそれ以降の制御を変更する必要はない。

【0202】すなわち、吸気側の位相制御において、最進角学習値 $La$ が学習済みであり、且つ最遅角学習値 $Lr$ が学習未完了の場合には、上記（1）式を用いて実進角量 $Ra$ を算出する。

【0203】また、最進角学習値 $La$ および最遅角学習値 $Lr$ の両方とも学習完了している場合には、上記（2）式を用いて実進角量 $Ra$ を算出する。

【0204】なお、上記（1）式および（2）式において、検出進角量 $Sa$ は、クランク角 $Ac$ およびカム角 $Acam$ を用いて、以下の（3）式により表される。

$$【0205】Sa = Ac - Acam \quad \cdots (3)$$

【0206】（3）式において、クランク角 $Ac$ およびカム角 $Acam$ は、クランク角センサ14の検出パルスの立ち下がり時間と、カム角センサ17、18の検出パルスの立ち上がり時間とをそれぞれ角度に変換された値であり、ECU21A内のタイマ計測により得られる。

【0207】本来は、バルブオーバーラップ量が小さくなる側のフェールセーフ側を基準位置として学習して進角制御を実行すべきであるが、反フェールセーフ側を基準位置として学習して進角制御を実行しても、フェールセーフ側を未学習時の制御精度を向上させることができる。

【0208】また、上述した通り、実進角量 $Ra$ を演算するための（1）式および（2）式を変更するのみで、それ以降の制御（たとえば、PD制御など）は、同一制御でよいので、制御がシンプルであり、プログラムの開発工数を低減させることができる。

【0209】実施の形態4. なお、上記実施の形態1では、冷機アイドル時におけるエンジン1の制御状態について特に言及しなかったが、冷機アイドル時に基準位置の学習処理に加えてエンジン回転数をアップ制御してもよい。

【0210】以下、冷機アイドル時にエンジン回転数をアップ制御したこの発明の実施の形態4について説明する。図5はこの発明の実施の形態4による制御動作を示すフローチャートであり、前述（図2～図4参照）と同様の処理については、同一符号を付して詳述を省略す

る。

【0211】図5において、ステップS3で冷機アイドル状態である（すなわち、YES）と判定されれば、基準位置の学習記憶（ステップS4、S5）を実行するのみならず、アイドル回転数のアップ制御（ステップS15）を実行し、アイドル回転数を通常よりも高くする。

【0212】このように、冷機アイドル時にアイドル回転数をアップさせることにより、排気ガス量が増加して熱量が増加するので、触媒12の活性化が促進される。したがって、バルブタイミングの進角側制御（ステップS4）と合わせて、上記ステップS15を実行することにより、さらに触媒昇温促進効果を奏する。

【0213】実施の形態5。なお、上記実施の形態4では、アイドル回転数のアップ制御（ステップS15）を実行したが、ステップS15に代えて、点火時期のリタード制御を実行してもよい。

【0214】このように、冷機アイドル時に点火時期をリタード制御することにより、排気ガスの温度が上昇するので、前述と同様に、触媒活性化をさらに促進させることができる。

【0215】また、ステップS15に代えて、燃料量の減量制御（A/Fリーン化）を実行してもよい。このように、A/Fをリーン化することにより、エンジン1から排出される有毒ガス（THC）量を減少させることができる。

【0216】また、バルブタイミングの進角制御（ステップS4）に加えて、上記アイドル回転数のアップ制御（ステップS15）のみならず、点火時期のリタード制御および燃料量の減量制御（A/Fリーン化）などを任意に組み合わせて実行すれば、それぞれの効果が重畳されることは言うまでもない。

【0217】また、前述した通り、エンジン1の仕様によっては冷機アイドル時に遅角側に制御した方が触媒12の昇温促進効果を有するものがあるので、冷機アイドル時および基準位置未学習時に、最遅角位置に制御して基準位置を学習記憶し、最遅角位置を基準位置として進角制御を実行してもよい。

【0218】

【発明の効果】以上のように、この発明の請求項1によれば、内燃機関の運転状態を検出するセンサ手段と、内燃機関のクランクシャフトの回転に同期して内燃機関の吸気用および排気用の各バルブを駆動する吸気用および排気用のカムシャフトと、吸気用および排気用のカムシャフトの少なくとも一方に結合されたアクチュエータと、アクチュエータを駆動するための油圧を供給する油圧供給装置と、内燃機関の運転状態に応じて油圧供給装置からアクチュエータへの供給油圧を制御し、クランクシャフトに対するカムシャフトの相対位相を変更する制御手段と、クランクシャフトの回転位置を検出するクランク角センサと、カムシャフトの回転位置を検出するカ

ム角センサとを備え、アクチュエータは、相対位相の変更範囲を設定するための遅角油圧室および進角油圧室と、相対位相を変更範囲内のロック位置に設定するためのロック機構と、油圧供給装置から供給される所定油圧にตอบสนองしてロック機構を解除するためのロック解除機構とを有し、制御手段は、内燃機関の運転状態が始動時を示す場合には、ロック機構を駆動して相対位相をロック位置に制御し、内燃機関の運転状態が始動後を示す場合には、ロック解除機構によりロック機構を解除するとともに、油圧供給装置から遅角油圧室および進角油圧室への供給油圧を制御して、相対位相の遅角制御および進角制御を実行し、運転状態が冷機アイドル状態を示す場合には、相対位相を最進角側または最遅角側に制御するとともに、最進角側または最遅角側でのクランク角センサの検出値とカム角センサの検出値との相対位相差を基準位置として学習記憶するようにしたので、アイドル制御性を安定させて、回転変動およびエンストの発生を防止するとともに、有害排気ガスの低減を実現した内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0219】また、この発明の請求項2によれば、請求項1において、制御手段は、冷機アイドル状態におけるカムシャフトの制御方向を、内燃機関の排気ガス温度が上昇するように設定するようにしたので、確実に有害排気ガスの低減を実現した内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0220】また、この発明の請求項3によれば、請求項1または請求項2において、制御手段は、運転状態が暖機状態を示すときに基準位置が学習記憶されていない場合には、カムシャフトの相対位相を最進角側または最遅角側に制御して、クランク角センサの検出値とカム角センサの検出値との相対位相差を基準位置として学習記憶するようにしたので、暖機後に基準位置が未学習の場合にも基準位置を学習することのできる内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0221】また、この発明の請求項4によれば、請求項3において、制御手段は、暖機状態での基準位置の学習記憶時におけるカムシャフトの制御方向を、冷機アイドル状態における制御方向と同一方向に設定したので、確実にアイドル制御性を安定させた内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0222】また、この発明の請求項5によれば、請求項3または請求項4において、制御手段は、暖機状態における基準位置の学習記憶時に、内燃機関の制御を変更するようにしたので、確実に回転変動を抑制してエンストを回避した内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0223】また、この発明の請求項6によれば、請求項5において、制御手段は、暖機状態における基準位置の学習記憶時に、内燃機関の燃料量、点火時期、ISCおよびスロットル開度の少なくとも1つを制御し、学習

記憶用の制御前の状態と同等となるように内燃機関の出力トルクを変更するようにしたので、確実に回転変動を抑制してエンストを回避した内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0224】また、この発明の請求項7によれば、請求項1から請求項6までのいずれかにおいて、制御手段は、カムシャフトの相対位相が通常制御されているときに、各バルブのオーバーラップ量を小さくする方向である最遅角側または最進角側に相対位相が制御されたときのカム角センサの検出値を第2の基準位置として学習記憶するようにしたので、制御演算を複雑化することなく、アイドル制御性を安定させた内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0225】また、この発明の請求項8によれば、請求項7において、制御手段は、基準位置の学習記憶時での制御方向が最進角側に設定された場合には、通常制御中での吸気バルブ側の最遅角位置を第2の基準位置として学習記憶するようにしたので、制御演算を複雑化することなく、アイドル制御性を安定させた内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0226】また、この発明の請求項9によれば、請求項7または請求項8において、制御手段は、第2の基準位置と、冷機アイドル状態で学習記憶した基準位置とを、各バルブの制御演算に用いるようにしたので、制御演算を複雑化することなく、アイドル制御性を安定させた内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0227】また、この発明の請求項10によれば、請求項1から請求項9までのいずれかにおいて、制御手段は、運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、内燃機関の回転数をアップ制御するようにしたので、さらに触媒昇温を促進させることのできる内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0228】また、この発明の請求項11によれば、請求項1から請求項10までのいずれかにおいて、制御手段は、運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、内燃機関の点火時期をリタード制御するようにしたので、さらに触媒昇温を促進させることのできる内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

【0229】また、この発明の請求項12によれば、請求項1から請求項11までのいずれかにおいて、制御手段は、運転状態が冷機アイドル状態を示す場合に、内燃機関の燃料量を減量制御するようにしたので、さらに有害排気ガスを低減させることのできる内燃機関のバルブタイミング制御装置が得られる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示すブロック構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による制御動作を示すフローチャートである。

【図3】 この発明の実施の形態2による制御動作を示すフローチャートである。

【図4】 この発明の実施の形態3による制御動作を示すフローチャートである。

【図5】 この発明の実施の形態4による制御動作を示すフローチャートである。

【図6】 従来の内燃機関のバルブタイミング制御装置を示すブロック構成図である。

【図7】 従来の内燃機関のバルブタイミング制御装置による位相変更範囲をクランク角位置に対するバルブリフト量の関係により示す説明図である。

【図8】 一般的なクランク角センサおよびカム角センサの各出力パルスの位相関係を示すタイミングチャートである。

【図9】 一般的なアクチュエータの最遅角位置での内部構造を示す透視図である。

【図10】 一般的なアクチュエータのロック位置での内部構造を示す透視図である。

【図11】 一般的なアクチュエータの最進角位置での内部構造を示す透視図である。

【図12】 一般的なOCV（油圧供給装置）の非励磁状態での内部構造を示す側断面図である。

【図13】 一般的なOCVのロック状態での内部構造を示す側断面図である。

【図14】 一般的なOCVの励磁状態での内部構造を示す側断面図である。

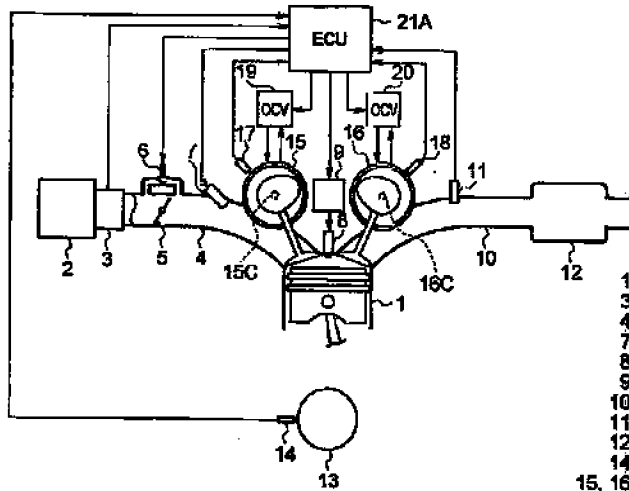
【図15】 従来の内燃機関のバルブタイミング制御装置による制御動作を示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

1 エンジン（内燃機関）、3 エアフローセンサ、4 吸気管、5 スロットルバルブ、6 ISC V（ISCバルブ）、7 インジェクタ、8 点火プラグ、9 点火コイル、10 排気管、11 O<sub>2</sub>センサ、12 触媒、14 クランク角センサ、15、16 アクチュエータ、15C、16C カムシャフト、17、18 カム角センサ、19、20 OCV（オイルコントロールバルブ）、21A ECU、152 ペーン、153 遅角油圧室、154 進角油圧室、155 ロックピン、156 スプリング、157 ロック凹部、192 スプール、193 コイル、194 スプリング。

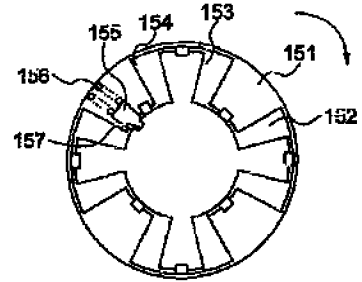


【図1】

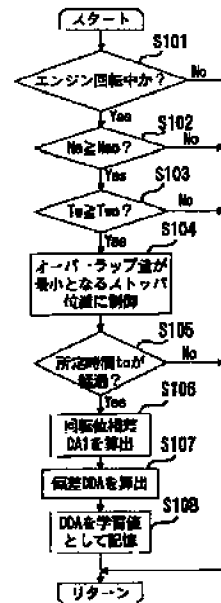


- 1:エンジン  
3:エアフローセンサ  
4:排気管  
7:インジェクタ  
8:点火プラグ  
9:点火コイル  
10:排気管  
11:O<sub>2</sub>センサ  
12:触媒  
14:クランク角センサ  
13:クランク角センサ  
15, 16:アクチュエータ  
15C, 16C:カムシャフト  
17, 18:カム角センサ

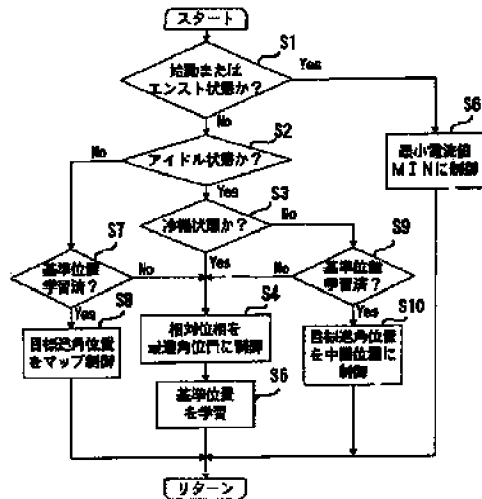
【図10】



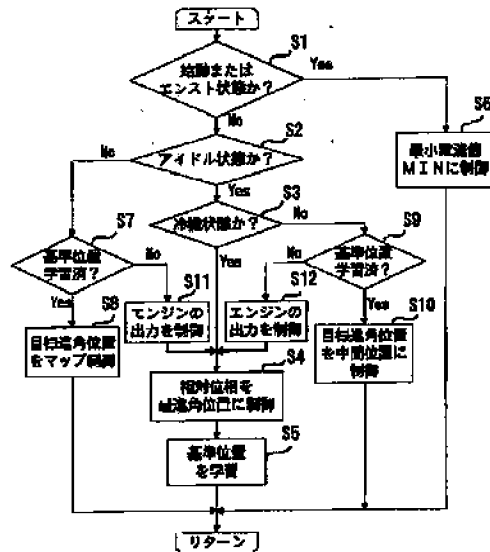
【図15】



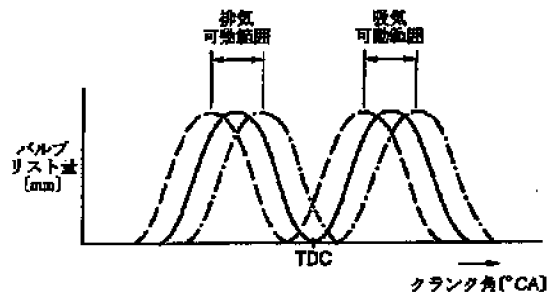
【図2】



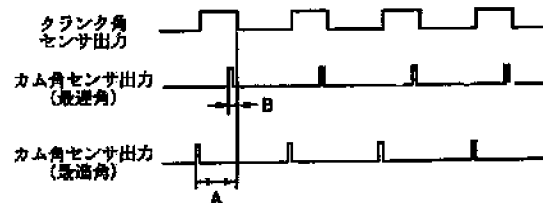
【図3】



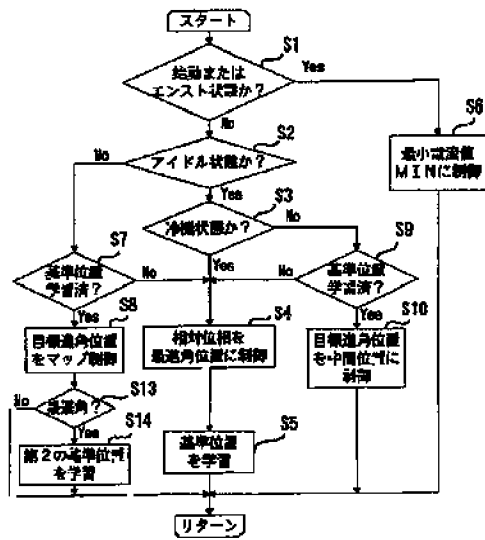
【図7】



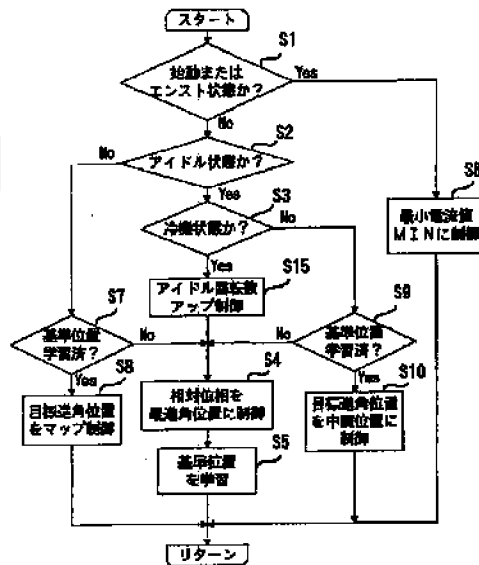
【図8】



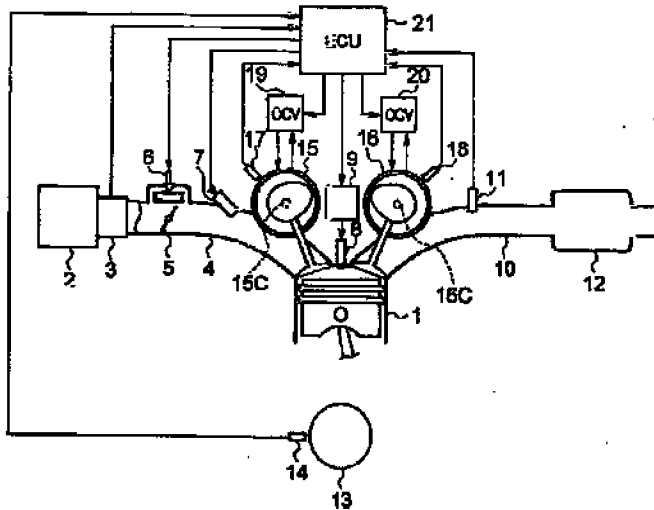
【図4】



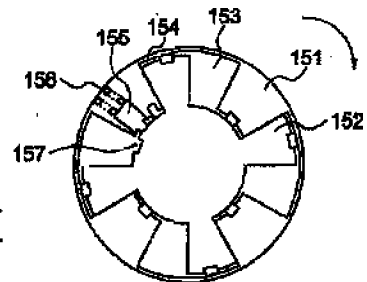
【図5】



【図6】

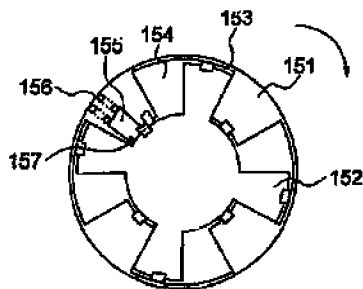


【図9】

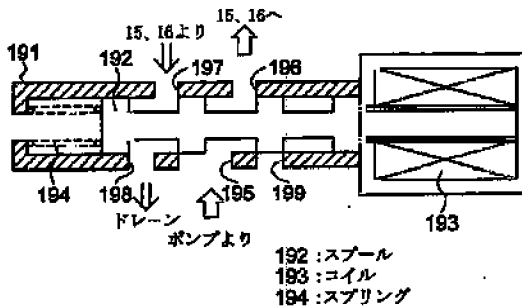


- 152 : ペーン
- 153 : 進角油圧室
- 154 : 進角油圧室
- 155 : ロックピン
- 156 : スプリング
- 157 : ロック凹部

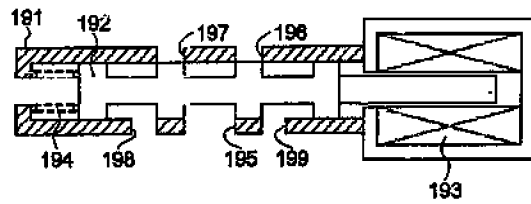
【図11】



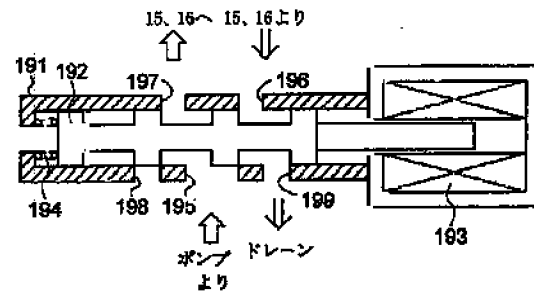
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	(参考)
F 0 2 D 11/10		F 0 2 D 11/10	G 3 G 3 0 1
41/06	3 1 0	41/06	3 1 0
	3 1 5		3 1 5
	3 2 0		3 2 0
	3 3 0		3 3 0 A
43/00	3 0 1	43/00	3 0 1 B
			3 0 1 H
			3 0 1 K
			3 0 1 L
			3 0 1 Z
45/00	3 1 0	45/00	3 1 0 B
			3 1 0 D
	3 1 2		3 1 2 R
	3 4 0		3 4 0 C
			3 4 0 K
			3 4 0 F
F 0 2 P 5/15		F 0 2 P 5/15	E

(72)発明者 和田 浩司

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3G018 AB07 AB17 BA33 CA20 DA45  
 DA70 DA73 DA82 DA84 EA03  
 EA11 EA12 EA16 EA17 EA21  
 EA24 EA31 EA32 EA35 FA01  
 FA09 GA08 GA09 GA11  
 3G022 CA02 CA03 DA02 EA03 FA06  
 GA01 GA05 GA06 GA08 GA09  
 GA12  
 3G065 CA05 CA12 DA04 DA15 EA01  
 EA02 EA03 GA00 GA05 GA09  
 GA10 GA13 GA15 GA18 GA41  
 HA21 HA22 KA02  
 3G084 BA03 BA06 BA13 BA17 BA23  
 CA01 CA02 CA03 DA10 DA34  
 EB08 EB12 EB16 EB17 FA07  
 FA10 FA13 FA20 FA29 FA33  
 FA36 FA38  
 3G092 AA01 AA11 AB02 BA01 BA03  
 BA09 BB05 DA01 DA02 DA10  
 DC03 DC04 DE01S DF04  
 DG05 DG09 EA01 EA02 EA03  
 EA04 EA11 EA22 EC03 EC05  
 EC09 FA18 FA20 FA31 FA40  
 GA01 GA02 GA04 GA17 HA01Z  
 HA06Z HA10X HA13X HB01X  
 HC09X HD05Z HE01Z HE04Z  
 HE08Z  
 3G301 HA01 HA19 JA26 JA31 KA01  
 KA05 KA07 LA03 LA04 LA07  
 LB02 LC01 LC08 MA11 NA06  
 NA07 NA08 NC01 NC02 ND03  
 ND04 ND22 ND29 NE01 NE06  
 NE11 NE12 PA01Z PA11Z  
 PA15A PB03A PD02Z PE01Z  
 PE03Z PE08Z PE09A PE10A  
 PF16Z